

© EPODOC / EPO

PN - JP2001320793 A 20011116
 PD - 2001-11-16
 PR - JP20000137521 20000510
 OPD - 2000-05-10
 TI - AUTOMATIC GAIN CONTROLLER
 IN - SAKURAZAWA YUKIFUMI
 PA - SONY CORP
 IC - H04R3/00 ; G10K15/04 ; G10L21/02 ; H03G9/00
 © WPI / DERWENT

TI - Automatic gain adjustment device for audio signal, calculates amount of sound-volume level to be adjusted, based on calculated mean level and peak incidence of audio signal, to adjust the peak of audio signal

PR - JP20000137521 20000510

PN - JP2001320793 A 20011116 DW200239 H04R3/00 006pp

PA - (SONY) SONY CORP

IC - G10K15/04 ; G10L21/02 ; H03G9/00 ; H04R3/00

AB - JP2001320793 NOVELTY - A calculation unit (2) computes the peak incidence of audio signal from number of samples of the signal. Another calculation unit (3) computes the mean level of the audio signal, based on computed peak incidence, by referring a table. According to computed peak incidence and mean level, a calculation unit (4) computes the amount of sound-volume level to be adjusted, for adjusting the peak of the audio signal.

- USE - For automatic adjustment of gain of audio signal.

- ADVANTAGE - Since the sound-volume level is adjusted automatically according to viewer's hearing sense, there is no need for manual regulation of volume level.

- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of automatic gain adjustment device. (Drawing includes non-English language text).

- Peak incidence calculation unit 2

- Mean level calculation unit 3

- Amount calculation unit 4

- Peak setting unit 5

- (Dwg. 1/5)

OPD - 2000-05-10

AN - 2002-354735 [39]

© PAJ / JPO

PN - JP2001320793 A 20011116

PD - 2001-11-16

AP - JP20000137521 20000510

IN - SAKURAZAWA YUKIFUMI

PA - SONY CORP

TI - AUTOMATIC GAIN CONTROLLER

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To realize an automatic gain controller which controls sound volume level so as to be matched with audibility without any manual control by automatically controlling the sound volume level by a correction table and arithmetic processing.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- SOLUTION: The automatic gain controller which performs automatic control of the output of a sound signal to be matched with the audibility is provided with a peak detection means 1 for detecting the peak of an inputted sound signal, a peak appearance rate calculation means 2 for calculating a peak relative frequency of the sound signal, an average level calculation means 3 to calculate the average level of the sound signal, a sound volume control quantity calculating means 4 for calculating the sound volume level control quantity of the sound signal from the peak appearance rate the average level by using a peak incidence/audibility level table in which the audibility level of the sound signal is contrasted with the peak appearance rate and a peak value setting means 5 for controlling the peak of the sound signal according to the control quantity of sound volume levels.
I - H04R3/00 ;G10K15/04 ;G10L21/02 ;H03G9/00

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-320793

(P2001-320793A)

(43)公開日 平成13年11月16日(2001. 11. 16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 4 R 3/00	3 1 0	H 0 4 R 3/00	3 1 0 5 D 0 2 0
	3 2 0		3 2 0 5 J 0 3 0
G 1 0 K 15/04	3 0 4	G 1 0 K 15/04	3 0 4 H
G 1 0 L 21/02		H 0 3 G 9/00	Z
H 0 3 G 9/00		G 1 0 L 3/02	G

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-137521(P2000-137521)

(22)出願日 平成12年5月10日(2000. 5. 10)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 櫻澤 亨史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 5D020 AC01

5J030 AA05 AA10 AB03 AB04 AC01

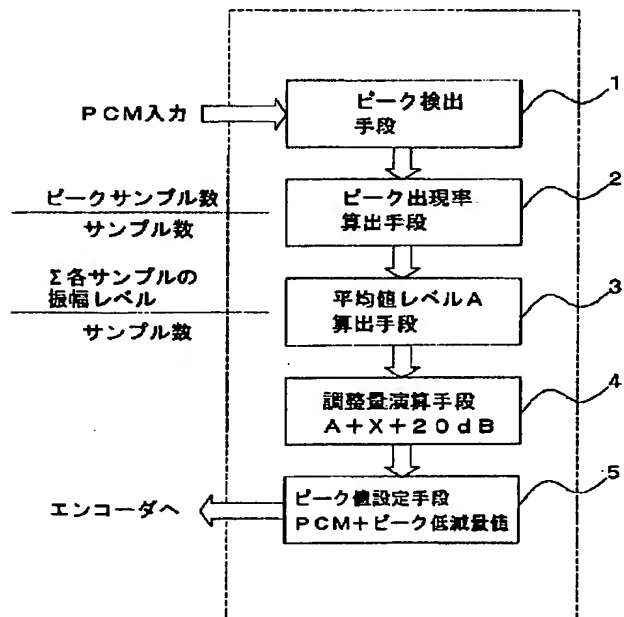
AC10 AC20 AC21 AC23

(54)【発明の名称】 自動利得調整装置

(57)【要約】

【課題】 補正テーブルと演算処理によって自動的に音量レベルを調整し、手動での調整の必要がなく、聴感に合うように音量レベルを調整する自動利得調整装置の実現を課題とする。

【解決手段】 音声信号の出力を聴感に合わせて自動調整する自動利得調整装置において、入力音声信号のピークを検出するピーク検出手段1と、音声信号のピーク出現率を算出するためのピーク出現率算出手段2と、音声信号の平均値レベルを算出する平均値レベル算出手段3と、音声信号の聴感レベルをピーク出現率と対比させたピーク出現率・聴感レベルテーブルを用いて、ピーク出現率と平均値レベルとから音声信号の音量レベル調整量を算出する音量調整量演算手段4と、音量レベル調整量に従って音声信号のピークを調整するためのピーク値設定手段5とを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 音声信号の出力を聴感に合わせて自動調整するための音声出力の自動利得調整装置において、入力音声信号のピークを検出するためのピーク検出手段と、ピークを示したサンプル数と総サンプル数から前記音声信号のピーク出現率を算出するためのピーク出現率算出手段と、各サンプルの振幅レベルの総和と総サンプル数とから前記音声信号の平均値レベルを算出する平均値レベル算出手段と、前記音声信号の聴感レベルを前記ピーク出現率と対比させたピーク出現率・聴感レベルテーブルを予め格納した記憶手段と、前記記憶手段に記憶されている前記ピーク出現率・聴感レベルテーブルを用いて、前記ピーク出現率と、前記平均値レベルとから前記音声信号の音量レベル調整量を算出する音量調整量演算手段と、前記音量調整量演算手段が算出する前記音量レベル調整量に従って前記音声信号のピークを調整するためのピーク値設定手段とを具備することを特徴とする自動利得調整装置。

【請求項2】 前記ピーク出現率・聴感レベルテーブルは、前記音声信号を所定の平均値レベルになるように設定したときに、聴感により測定される前記音声信号の平均値レベルを、前記音声信号のピーク出現率に対応させたテーブルであり、かつ音声信号のピーク出現率を範囲を区切って前記聴感による平均値レベルに対応させたテーブルであることを特徴とする請求項1に記載の自動利得調整装置。

【請求項3】 前記調整量演算手段は、前記ピーク出現率に基づいて、前記ピーク出現率・聴感レベルテーブルから対応する音声信号の聴感による平均値レベルを抽出し、前記音声信号の入力平均値レベルと、前記聴感による平均値レベルから調整量を（入力平均値レベル）＋（聴感による平均値レベル）＋ $2 \times$ （音声信号の所定の設定レベル）に従って前記音声信号のピーク値を調整することを特徴とする請求項1に記載の自動利得調整装置。

【請求項4】 前記ピーク出現率算出手段は（入力音声信号のピークを示したサンプル数）／（入力音声信号の総サンプル数）により前記ピーク出現率を算出することを特徴とする請求項1に記載の自動利得調整装置。

【請求項5】 前記平均値レベル算出手段は（入力音声信号の各サンプルの振幅レベルの総和）／（入力音声信号の総サンプル数）に従って平均値レベルを算出することを特徴とする請求項1に記載の自動利得調整装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動利得調整装置

に関し、特に音声信号の出力を聴感に合わせて自動調整する自動利得調整装置に関する。

【0002】

【従来の技術】まず、音響のレベルに関して説明する。音響工学では音量を電力デシベルで表示する。これは1 mWを0 dBmとするもので、600 Ω のインピーダンス系では出力端子電圧が0.775 V（つまり実効値）となる電力である。さらに、上述した音量を音量指示器であるVUメータ（Volume Unit）を用いて表示する場合には、0 VUを1 kHzの正弦波の4 dBmの電力の音量で表示することになっている（JIS）。

【0003】ところで、CDの場合には、振幅が16ビットで表されているためにダイナミックレンジは $16 \times 2010 \log 2 = 96$ dBである。放送規格の一つによるとこのCDのダイナミックレンジの0 dBをピーク振幅に対応させ、-96 dBを最低振幅に対応させたときに、-20 dBの振幅となる出力電力を0 VUとなるように定め、放送出力が規格をオーバーしないようにしている。すなわち、CDのデジタル信号のダイナミックレンジで-20 dBのデジタル信号が1 kHzのアナログ信号に再生された場合の出力電力は4 dBmである。

【0004】さて、上述した定義では1 kHzの正弦波であったが、普通の音楽の信号は正弦波ではない。従って等価にするためには、平均レベルが-20 dBになるようにすればよい。例えば、0～96 dBの音楽信号の平均レベルが-10 dBで、5分間（サンプル周波数は44.1 kHz）の間に現れた0 dBのピークが全体のサンプルの70%であったとすると、ピークを10 dB下げた値、すなわち平均レベルを-10 dB-10 dB=-20 dBとすれば、上述した放送規格に合致したものになりそうである。しかし、ピークの出現率は必ずしも70%ではなく、音楽のジャンルにより変化するし、また、同じ70%であったとしても音楽のジャンルにより、上述の方法で測定して合わせたものと、実際に聞いた聴感とは違ったものになる。

【0005】最近では、放送にCDを音源として用いる場合が増えてきている。例えば、図5に示すように、CD10を音源として放送する場合、CD10からの信号をCD再生装置11で再生し、エンコーダサーバ12でPCMに変換し、これをWAVE（マイクロソフト商品名、非圧縮リニアファイル）などに変換して音量平均値を計算し、音量を上述した理由から聴感に合うように一曲ずつ手動で調整して、送出サーバ13に送り、その送出予定ファイルに組み入れて放送することになっている。したがって、従来は曲ごとに調整の手数がかかり、作業が大変であった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述のごとく、従来はCDを音源として放送する際に、音量平均値を計算して、音量を聴感に合うように一曲ずつ手動で調整して放

送していたために、作業の手間がかかるという問題があった。本発明は、この点に鑑み、測定された音量平均値と聴感とを関係づけた補正テーブルを用いて、自動的に音量レベルを調整することにより、曲毎に手動で調整していた作業をなくすことのできるPCM音声出力の自動利得調整装置を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するため、本発明は、音声信号の出力を聴感に合わせて自動調整するための音声出力の自動利得調整装置において、入力音声信号のピークを検出するためのピーク検出手段と、ピークを示したサンプル数と総サンプル数から前記音声信号のピーク出現率を算出するためのピーク出現率算出手段と、各サンプルの振幅レベルの総和と総サンプル数とから前記音声信号の平均値レベルを算出する平均値レベル算出手段と、前記音声信号の聴感レベルを前記ピーク出現率と対比させたピーク出現率・聴感レベルテーブルを予め格納した記憶手段と、前記記憶手段に記憶されている前記ピーク出現率・聴感レベルテーブルを用いて、前記ピーク出現率と、前記平均値レベルとから前記音声信号の音量レベル調整量を算出する音量調整量演算手段と、前記音量調整量演算手段が算出する前記音量レベル調整量に従って前記音声信号のピークを調整するためのピーク値設定手段とを具備することを特徴とする。これにより、補正テーブルと演算処理によって自動的に音量レベルを調整し、手動で調整する手間を必要とすることなく、聴感に合うように音量レベルを調整することができる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる自動利得調整装置を添付図面を参照にして詳細に説明する。

【0009】本発明は、測定された音量平均値と聴感を予め関係づけた補正テーブルを用意しておき、これを用いて自動的に音量レベルを調整して、従来、曲毎に手動で調整していた作業をなくすことのできるPCM音声出力の自動利得調整装置を提供することを課題としている。図1～図4を用いて、本発明のPCM音声出力の自動利得調整装置の実施の形態について説明することにする。図1は、本発明のPCM音声出力の自動利得調整装置の一実施の形態の構成を示すブロック図である。図1において、符号1はピーク検出手段、符号2はピーク出現率算出手段、符号3は平均値レベル算出手段、符号4は調整量演算手段、符号5はピーク値設定手段である。

【0010】1) PCM入力がピーク検出手段1に入力されて、その音楽信号(j) (一般的に音声信号を音楽で代表して以下音楽と記載することにする。またjは音楽の種類を示すものとする。)のピーク値レベルを検出する。上述したようにピーク値は0dBであるが、別に値を設定してこれをピーク値レベルとしてもよい。例えば-3dBを超える値がなければこれをピークとしても

よい。

【0011】2) 上述の音楽信号(j)のピーク出現率をピーク出現率算出手段2より、(ピーク値レベルを示したサンプルの数)n/(サンプルの総数)Nに従って演算して求める。

【0012】3) 上述の音楽信号(j)の平均値レベルA(j)を平均値レベル算出手段3により、

【0013】 $A(j) = (\text{各サンプルの振幅レベルの総和}) \Sigma L / (\text{サンプルの総数}) N$ にしたがって演算して求める。A(j)は音楽信号の属するジャンルや規定されているダイナミックレンジにより変化する。

【0014】4) 記憶装置に格納されている音楽信号(j)の平均値レベルを、-10dBとしたときの聴感レベルX(j)を、記憶装置から読み出して調整量演算手段4を用い、

【0015】

$$T = (A(j) + X(j) + 20 \text{ dB})$$

にしたがって、この音楽信号(j)のピーク値レベル調整量Tを演算によって求める。

【0016】5) 音楽信号(j)のPCM出力に、4)で求めたピーク値レベル調整量を示す値Tを付加して音量を決定し、ピーク値設定手段5により以上で求めたPCMの値にピーク値低減量を加算してピーク値を調整し、その後エンコーダ等へ出力する。以上で本発明の実施の形態を説明したが、特に上述の調整量演算手段4について、わかりやすいように例を挙げ、かつ、図2および図3を用いて以下にさらに詳しく説明することにする。

【0017】図2はピーク出現率n/Nと聴感レベルX(j)の関係を示すテーブルを示したものである。ここでは、音楽信号(j)の平均値レベルが-10dBとなるように設定して、各jの音楽信号(j)についてピーク出現率n/Nを(ピーク値レベルを示したサンプルの数)/(サンプルの総数)に従って測定し、20%の範囲で5種類に分割し、各ピーク出現率の範囲に対応する音楽信号(j)を実際に聞いたとき人の聴感で感じる平均値レベルをX1～X5のように対応させて示したものである。

【0018】聴感レベルX(j)を測定するには平均値レベルを-10dBになるように設定したとき、人の聴感でもまた-10dBに聴こえるような所定の音楽信号を選び、これを基準に用いてもよい。また、上述したピーク出現率は5種類に分割したが特にこの数に限るわけではない。ピーク出現率n/Nと聴感レベルX(j)のテーブルは、後述するように記憶装置に格納される。

【0019】図3は音楽信号(j)が平均値レベルA(j)でピーク検出手段1に入力され、かつ、各音楽信号(j)が聴感レベルX(j)に対応していることを表にまとめたものである。例えば、音楽信号1はピーク出現率・聴感レベルテーブルによれば、平均値レベルを-

10 dBに設定したとき、聴感レベルとしてはX1 dBに聞こえるということであり、この音楽信号1がピーク検出手段1にA2の平均値レベルで入力されることを示している。

【0020】もし、 $X1 = -10\text{ dB}$ で、かつA2も -10 dB であれば、設定された平均値レベルも聴感レベルも等しいのであるから、調整量演算手段4では何等のレベル調整も行われなくて良い。調整量演算手段4での演算は $(A + X + 20\text{ dB})$ であるから、上述した値を代入すると、

【0021】

$$(-10\text{ dB} - 10\text{ dB} + 20\text{ dB}) = 0\text{ dB}$$

となり全くレベル調整が行われないことを示している。

【0022】一般のA、Xに対する場合の演算の妥当性はどうかというと、任意の音楽信号(j)について、聴感レベルX(j)に聞こえるは、この音楽信号(j)を、 -10 dB の平均値レベルとなるように設定したときであるから、もし、平均値レベルがA(j)である場合には、比例関係 $(X : -10 = Y : A)$ 、および対数では除算が減算、乗算が加算になることに注意すると、

【0023】

$$Y(j) = A(j) + X(j) + 10\text{ dB}$$

が音楽信号(j)の平均値レベルA(j)のときの聴感レベルになる。

【0024】このY(j) dBのレベルが -10 dB に聞こえるようにするためには、当然ながら $\{Y(j) - (-10\text{ dB})\}$ だけレベルを調整してやればよい。以上の説明から調整量演算手段4による音楽信号(j)で、入力平均値レベルA(j)、平均値レベル -10 dB の時の聴感レベルX(j)に対する調整量は

$$\{Y(j) - (-10\text{ dB})\} = A(j) + X(j) + 20\text{ dB}$$

となる。

【0026】具体的数値で示すならば、例えばA(j) $= -20\text{ dB}$ 、X(j) $= -10\text{ dB}$ という音楽信号(j)は、聴感と信号レベルでの設定が一致しているものの、入力平均値レベルが低い。この場合の調整量は -10 dB である。また、A(j) $= -5\text{ dB}$ 、X(j) $= -10\text{ dB}$ という音楽信号(j)は聴感と信号レベルでの設定が一致しているものの、入力平均値レベルが高い。この場合の調整量は 5 dB である。

【0027】すなわち、入力平均値レベルが低いと、調整量は (-10 dB) とその音楽信号(j)を増幅する方向に働き、 $(-(-10\text{ dB})) = 10\text{ dB}$ として音楽信号(j)のレベルを増す方向に働く。入力平均値レベルが高いと調整量は 5 dB とその音楽信号(j)を低減する方向に働く。また、例えばA(j) $= -10\text{ dB}$ 、X(j) $= -20\text{ dB}$ という音楽信号(j)は、入力平均値レベルが標準の -10 dB に一致しているものの、聴感と信号レベルでの設定が全く異なり、非常に小

さい音量に聞える。この場合の調整量は -10 dB である。また、A(j) $= -10\text{ dB}$ 、X(j) $= -5\text{ dB}$ という音楽信号(j)は入力平均値レベルが標準の -10 dB に一致しているものの、聴感と信号レベルでの設定が全く異なり、非常に大きい音量に聞える。この場合の調整量は 5 dB である。すなわち、平均値レベルが同一であっても、聴感レベルが低い (-20 dB) と調整量は (-10 dB) と、その音楽信号(j)を増幅する方向に働き、聴感レベルが高いと調整量は 5 dB とその音楽信号(j)を低減する方向に働く。

【0028】図4は、本発明のPCM音声出力の自動利得調整装置の実施の形態の、より詳細な構成を示すブロック図である。図4で符号6は情報制御装置(CPU)、符号7は出力装置、符号8は記憶装置、符号9は入力装置である。図4では、情報制御装置6により記憶装置8に格納された各種の実行形式のプログラム(オブジェクトランゲージで書かれたプログラム)および上述したピーク出現率・聴感レベルテーブルを参照して、図1を参照して説明した各手段の動作を実現するものである。

【0029】入力装置9より入力された音楽信号(j)は、情報制御装置6がピーク検出プログラムを参照することにより、ピーク値が検出される。さらにピーク出現率算出プログラムが参照されて、ピーク出現率が算出され、平均値レベル算出プログラムによって平均値レベルA(j)が算出される。

【0030】この後に、情報制御装置6はピーク出現率・聴感レベルテーブルを参照して、音楽信号(j)のピーク出現率が属する範囲からX(j)を抽出する。次に、情報制御装置6は、ピーク調整量演算プログラムにより、 $A(j) + X(j) + 20\text{ dB}$ を演算して調整量を算出する。最後に、情報制御装置6は算出された調整量とその音楽信号(j)を出力装置7に送り、出力装置7からエンコーダへと調整された音楽信号(j)が送出される。

【0031】図4の詳しいブロック図は、情報制御装置6および記憶装置8ならびに、記憶装置8に格納された各種の処理プログラムおよびピーク出現率・聴感レベルテーブルにより本発明を実施している例であるが、特にこの実施の形態に限るものではなく、例えば集積回路などを用いて実現することも可能である。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明の請求項1の発明は、音声信号の出力を聴感に合わせて自動調整するための音声出力の自動利得調整装置において、入力音声信号のピークを検出するためのピーク検出手段と、ピークを示したサンプル数と総サンプル数から音声信号のピーク出現率を算出するためのピーク出現率算出手段と、各サンプルの振幅レベルの総和と総サンプル数とから音声信号の平均値レベルを算出する平均値レベル算出手段

と、音声信号の聴感レベルをピーク出現率と対比させたピーク出現率・聴感レベルテーブルを予め格納した記憶手段と、記憶手段に記憶されているピーク出現率・聴感レベルテーブルを用いて、ピーク出現率と平均値レベルとから音声信号の音量レベル調整量を算出する音量調整量演算手段と、音量調整量演算手段が算出する音量レベル調整量に従って音声信号のピークを調整するためのピーク値設定手段とを設けたことを特徴とする。これにより、実際に視聴者の聴感に合わせて、音楽信号の音量レベルを自動的に調整することができ、従来行なっていたような特定の調整者を配置して音楽信号を聴きながら音量レベルを一つ一つ手動調整していくという手間を省くことができ、放送の準備時間を短縮できるばかりでなく、配置人員を削減することもでき、経済効果が期待できる。

【0033】本発明の請求項2の発明は、ピーク出現率・聴感レベルテーブルは、音声信号を所定の平均値レベルになるように設定したときに、聴感により測定される音声信号の平均値レベルを、音声信号のピーク出現率に対応させたテーブルであり、かつ音声信号のピーク出現率を範囲を区切って聴感による平均値レベルに対応させたテーブルであることを特徴とする。このように、観測しやすい音声信号のピーク出現率を聴感による平均値レベルに対応することで、聴感に合わせた音楽信号の音量レベルの調整を迅速に実現することができる。

【0034】本発明の請求項3の発明は、調整量演算手段は、ピーク出現率に基づいて、ピーク出現率・聴感レベルテーブルから対応する音声信号の聴感による平均値レベルを抽出し、音声信号の入力平均値レベルと、平均値レベルから調整量を（入力平均値レベル）+（聴感による平均値レベル）+2×（音声信号の所定の設定レベル）に従って音声信号のピーク値を調整することを特徴とする。これにより、比較的簡単に聴感に合わせた音楽

信号の音量レベルの調整量を求めることができ、音量レベルの調整をより簡単にかつ迅速に実現することができる。

【0035】本発明の請求項4の発明は、ピーク出現率算出手段は（入力音声信号のピークを示したサンプル数）／（入力音声信号の総サンプル数）によりピーク出現率を算出することを特徴とする。これにより、比較的簡単にピーク出現率を算出することができ、以後の処理を容易に行うことができる。

【0036】本発明の請求項5の発明は、平均値レベル算出手段は（入力音声信号の各サンプルの振幅レベルの総和）／（入力音声信号の総サンプル数）に従って平均値レベルを算出することを特徴とする。これにより、比較的簡単に平均値レベルを算出することができ、以後の処理を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のPCM音声出力の自動利得調整装置の構成を示すブロック図。

【図2】本発明のピーク出現率と聴感レベルの関係を示すテーブルの一例。

【図3】音楽信号とその聴感レベルおよび入力平均値レベルの関係を示す図表。

【図4】本発明のPCM音声出力の自動利得調整装置の、より詳細な構成を示すブロック図。

【図5】従来の音楽信号のレベル調整方法を説明するための説明図。

【符号の説明】

1…ピーク検出手段、2…ピーク出現率算出手段、3…平均値レベル算出手段、4…調整量演算手段、5…ピーク値設定手段、6…情報制御装置、7…出力装置、8…記憶装置、9…入力装置、10…CD、11…再生装置、12…エンコーダサーバ、13…送出サーバ。

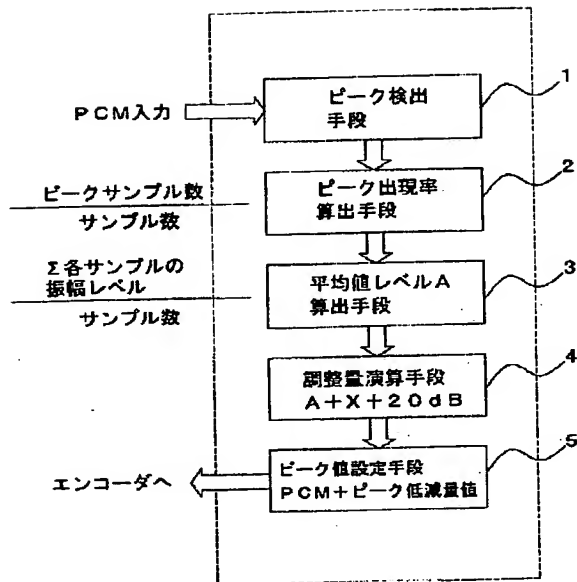
【図2】

ピーク 出現率 (%)	0 19	20 39	40 59	60 79	80 100
聴感から判定 される平均値 レベル	X1	X2	X3	X4	X5

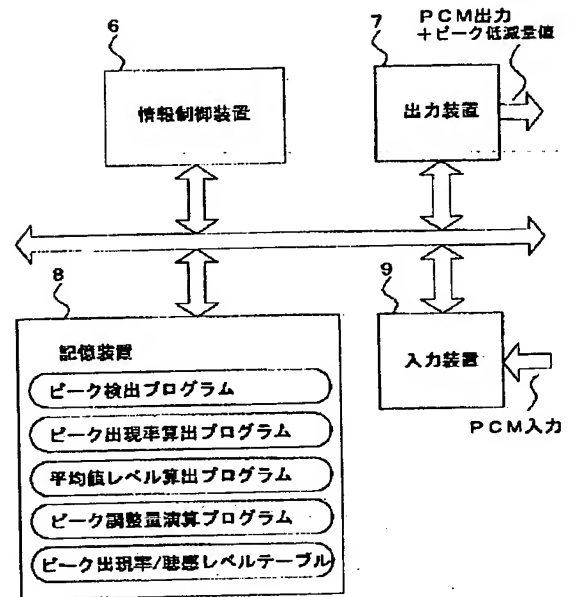
【図3】

音楽の 種類 音量 レベル	音楽1	音楽2	音楽3	音楽4	音楽5
聴感から判定 された平均値 レベル (dB)	X1	X3	X3	X4	X5
入力平均値 レベル (dB)	A2	A2	A3	A4	A5

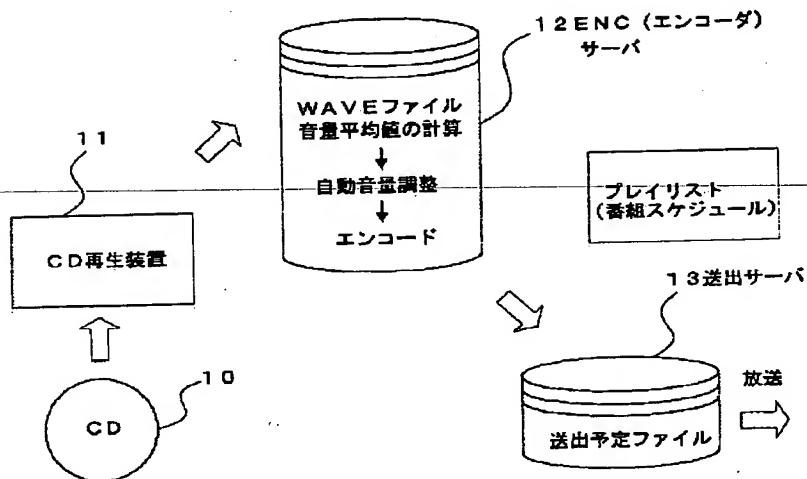
【図1】



【図4】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)